Aula
11

FRUTO

META

Apresentar os frutos incluindo o seu conceito, classificação, principais tipos e aspectos evolutivos.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
conhecer a constituição do fruto e listar seus principais tipos fazendo uma associação, sempre que possível, com a família(s) botânica(s) em que ocorre.

PRÉ-REQUISITOS

O aluno deverá revisar o conteúdo relacionado a FLOR (Aula 10).

(Fonte: http://www.mundoeducacao.com.br).

INTRODUÇÃO

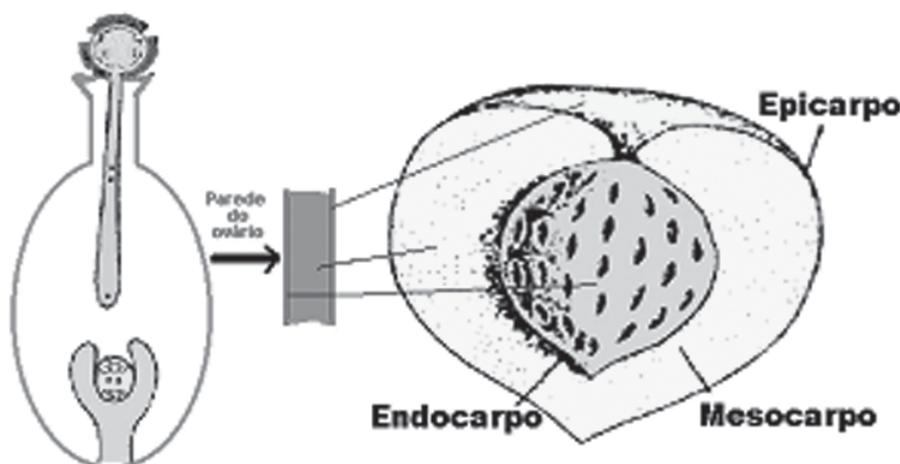
Os frutos exercem uma fonte importante de nutrientes para o nosso organismo, sendo especialmente ricos em vitaminas e minerais. Contêm princípios ativos extraídos da polpa, da casca e até mesmo das sementes que constituem uma fonte de saúde e bem-estar.

Ainda hoje, os frutos continuam a encantar pelas suas formas peculiares, aromas e sabores inigualáveis. São alimentos indispensáveis para uma alimentação equilibrada e natural. Rematam, como nenhuma outra sobremesa, ao final das refeições.

Vocês ainda lembram como o fruto é originado? Ele é proveniente do ovário amadurecido da flor. Precisamos levar em consideração que a grande diversidade na organização das flores irá refletir sobre a diversidade na organização dos frutos, uma vez que o fruto é o ovário amadurecido.

Figura 1

Figura 2

Depois da fecundação o óvulo se transforma em semente e ela é envolvida pelo ovário. A parede do ovário é chamada de carpelo. Pericarpo é a parede do fruto que pode ser dividida em exocarpo (ou epicarpo), mesocarpo e endocarpo onde a primeira e a última camada constituem a epiderme externa e interna do carpelo, respectivamente.

Vamos entender um pouco mais sobre o que é o fruto? Incluindo quais as suas funções e como ele é formado?

Há uma certa confusão entre os termos "fruto" e "fruta". Será que todos os alimentos conhecidos como frutas são frutos? Iremos aprender a classificar os frutos e que nesta categoria estão incluídos também os "legumes" (berinjela, vagens, favas, pepinos, tomates, etc.) e os "cereais" (arroz, trigo, milho, centeio), que nada mais são do que os frutos no sentido botânico.

O fruto é uma estrutura presente em todas as Angiospermas onde as sementes são protegidas enquanto amadurecem.

O QUE É O FRUTO?

O fruto é o ovário transformado e maduro depois da fecundação. Durante esta transformação, algumas estruturas podem persistir no ovário e conseqüentemente no fruto.

As pétalas possuem uma zona de abscisão em sua base e se desprendem muito rapidamente da flor. As sépalas ao contrário, permanecem em seu lugar. Os estames podem murchar e cair, mas às vezes podem persistir mais um tempo ao redor do fruto.

O tubo floral ou o receptáculo podem ficar carnosos como ocorre em muitas Rosaceae (maçã, pêra, morango) e o cálice pode acompanhar o fruto em seu desenvolvimento, como por exemplo, em *Physalis,* onde é acrescente, formando uma cobertura inflada e o perigônio (termo que define os verticilos vegetativos (cálice e corola) em conjunto. Dessa forma, pode ser considerado sinônimo de perianto. Para alguns autores, é sempre formado por um só verticilo ou pelos dois, quando estes formam tépalas.) pode ser carnoso como em *Morus*, onde constitui a parte comestível.

Além disso, as brácteas também podem fazer parte do fruto como em *Quercus robur* e na avelã (*Corylus avellana*). Os ramos da inflorescência também podem participar da formação do fruto, como em *Hovenia dulcis*, ou ainda o pedúnculo como no fruto do caju, *Anacardium occidentale*. A "castanha de caju" que se consome torrada é a semente. O pedúnculo carnoso é comestível e utilizado para elaborar doces, sucos, licores, etc.

Os hormônios de crescimento: auxina ou ácido indolacético, giberelinas, citocininas e etileno atuam no crescimento do ovário para formar um fruto. A auxina é formada pelo grão de pólen e pelo óvulo fecundado. A maioria dos frutos implica na formação de sementes, no entanto certas plantas podem produzir frutos sem sementes. Estes frutos são chamados partenocárpicos, como por exemplo as bananas, figos, laranja-da-bahia. O fenômeno se deve a formação de hormônios de crescimento espontaneamente ou como conseqüência do estímulo da polinização.

PAREDE DO FRUTO

Em senso estrito, o pericarpo é a parede do ovário. Em sentido amplo pode abarcar também os tecidos extra carpelares associados. Com sentido descritivo, e sem relação com a ontogenia, podem ser utilizados os seguintes termos: exocarpo, mesocarpo e endocarpo.

No exocarpo, o epicarpo compreende apenas a epiderme, ou a epiderme e os tecidos subjacentes. O mesocarpo pode ser escasso como nos frutos secos, ou carnoso como em *Prunus persica* ou em Solanum melongena. O endocarpo pode ser carnoso como na uva (*Vitis vinifera*), pétreo como na azeitona (*Olea europaea*), com pêlos ou glândulas oleíferas como nos frutos cítricos (*Citrus* spp.)

A consistência da parede do fruto determina a associação dos frutos em dois grupos básicos:

1. Secos**.** Podem ser deiscentes ou indeiscentes, com apenas uma ou com várias sementes. No caso dos frutos indeiscentes, os tegumentos do óvulo em sua maior parte desaparecem ou se fundem com o pericarpo.

Frutos secos

Sâmara: *Tipuana tipu*

Cápsula: *Aspidosperma quebracho-blanco,*

Legume indehiscente *Acacia aroma*

2. Carnosos, em sua formação intervêm o pericarpo e as vezes tecidos extra carpelares e também placentas. São filogeneticamente mais novos. Podem ter casca (histologicamente diferenciada), como a laranja, ou não, como no tomate.

Frutos carnosos

Baga: *Persea americana,* abacate

Hesperidio: *Citrus aurantium,* laranja

Drupa: *Olea europea,* azeitona

CLASSIFICAÇÃO DOS FRUTOS

Os critérios básicos para a classificação dos frutos são: número de ovários envolvidos em sua formação; natureza do pericarpo maduro; deiscência ou indeiscência do pericarpo; modo de deiscência; número de lóculos e sementes.

A diferenciação morfológica fundamental a ser feita é:

- Frutos simples – derivados de um único ovário (súpero ou ínfero) de uma flor. Podem ser secos ou carnosos, uni a multicarpelares, sincárpicos, deiscentes ou indescentes na maturidade. Ex: cereja (*Prunus*, Rosaceae), tomate (*Lycopersicum*, Solanaceae).

- Frutos agregados – derivados de muitos ovários de uma única flor (gineceu apocárpico multicarpelar), mais ou menos concrescidos. Ex: morango (*Fragaria vesca*, Rosaceae), framboesa (*Rubus*, Rosaceae) e na fruta-do-conde (*Annona squamosa*, Annonaceae).

- Frutos múltiplos – derivados de ovários amadurecidos de muitas flores de uma inflorescência, que concrescem mais ou menos juntas numa só massa, formando uma infrutescência, Ex: amora (*Morus nigra*, Moraceae); abacaxi (*Ananas comosus*, Bromeliaceae); figo (*Ficus carica*, Moraceae).

Frutos agregados e frutos múltiplos representam um conjunto de frutos simples, que podem então ser classificados de acordo com as suas características específicas.

FRUTOS SIMPLES

- Deiscência do Fruto - É o processo de abertura espontânea do fruto para liberar as sementes. A deiscência pode produzir-se através de orifícios circulares ou poros, ou por meio de fendas longitudinais ou transversais.

Frutos deiscentes: que se segmentam na maturação.
Frutos indeiscentes: não se segmentam na maturação

OS PRINCIPAIS TIPOS DE FRUTOS SIMPLES DEISCENTES SÃO:

a) Folículo - derivado de um único carpelo, abrindo-se pela sutura ventral do carpelo (1 fenda). É considerado o fruto mais primitivo. Forma-se a partir de um ovário súpero, unicarpelar, deiscência longitudinal simples, ao longo da sutura carpelar. Ex: *Grevilea*, *Magnolia*.
b) Legume: derivado de um único carpelo. Abre-se tanto pela sutura ventral quanto pela nervura dorsal do carpelo (2 fendas). Fruto típico da família Leguminosae. Ex. *Parapiptadenia rigida,* angico.
c) Cápsula: forma-se de um ovário súpero, a partir de dois ou mais carpelos, tornando-se seca (raro carnosa) na maturidade e sempre abrindo de vários modos: por poros no ápice como em papoula (*Papaver*); com deiscência transversal (cápsula circunsisa ou pixídio, como em sapucaia (*Lecytis*), totalmente ao longo dos septos que separam os lóculos (cápsula septicida, como em papo-de-peru (*Aristolochia*), cacau (*Theobroma*) e *Momordica*, sendo as duas últimas carnosas, etc.)
d) Síliqua – característica das Cruciferae. É derivada de ovário bicarpelar, cujo pericarpo separa-se em duas valvas laterais deixando um eixo central (replum), ao qual ficam presas as sementes. Ex.: mostarda, agrião (*Nasturtium*).

e) Esquizocarpo: fruto pluricarpelar, originado de um ovário sincárpico, que ao chegar à maturidade se descompõe em porções chamadas mericarpos, que podem ser os carpelos ou parte do mesmo. Exemplo: muitas Euphorbiaceae como a mamona (*Ricinus communis*, *Jatropha* e *Hevea)*, Malvaceae (*Pavonia*) e Umbelliferae como cenoura (*Daucus carota*).
f) Lomento: derivado de um ovário unicarpelar com segmentação transversal, onde cada segmento é monospérmico e disperso como uma unidade. Ex.: carrapicho (*Desmodium*, Leguminosae).
g) Craspédio – derivado de um carpelo, fragmenta-se transversalmente em segmentos, mas após a queda destes permanece presa ao receptáculo uma armação formada pela nervura e sutura do carpelo. Ex: *Mimosa*, incluindo a sensitiva (Leguminosae).

OS PRINCIPAIS TIPOS DE FRUTOS SIMPLES INDEISCENTES SÃO:

a) Aquênio – Fruto de pericarpo seco, unilocular (1 ou 2 carpelos), de ovário súpero ou ínfero, contendo uma só semente ligada ao pericarpo por apenas um ponto. Ex: girassol (*Helianthus*) e demais Compositae.
b) Cariopse (ou grão) – fruto típico das Gramineae, com pericarpo adnato (unido) à testa da única semente em toda a sua extensão. Os grãos de milho (*Zea mays*), arroz (*Oriza sativa*), trigo (*Triticum*) são todos cariopses.
c) Noz – pericarpo seco e muito duro, contendo uma só semente livre do pericarpo. Ex: avelã, noz (*Juglans*, Juglandaceae), castanha-portuguesa (*Castanea*, Fagaceae).
d) Sâmara – pericarpo seco com uma ou mais expansões laterais em forma de asa. Ex: Tipuana, araribá (*Centrolobium*), cabreúva (*Myroxylum*), muitos gêneros de Sapindaceae e Malpighiaceae.
e) Baga – pericarpo carnoso, contendo geralmente várias sementes no interior. Ex: uva, (*Vitis*, Vitaceae), mamão (*Carica*, Caricaceae), maracujá (*Passiflora*, Passifloraceae). Nas Cucurbitaceae ocorre uma baga especial chamada pepônio, derivada de ovário ínfero, onde o hipanto [estrutura em formato de cálice que reveste um ovário em uma flor perígina; geralmente originária do receptáculo] e o epicarpo formam uma casca coriácea e neste interior as placentas crescem preenchendo totalmente o lóculo, como por exemplo, na melancia (*Citrullus*), abobrinha (*Cucurbita pepo*) e pepino (*Cucumis*). Nas frutas cítricas forma-se uma baga especial denominada hesperídio, como em *Citrus* spp. (Rutaceae), onde o epicarpo é coriáceo com numerosas glândulas oleíferas e o endocarpo forma bolsas cheias de suco que preenchem os lóculos.
f) Drupa – pericarpo carnoso a coriáceo ou fibroso, com o endocarpo muito duro (pétreo) envolvendo a semente e formando assim um caroço: Ex: pêssego (*Prunus*, Rosaceae), cereja (*Prunus*), manga (*Mangifera*, Anacardiaceae).

PARTES ACESSÓRIAS DOS FRUTOS

Todos os tecidos não carpelares que venham a fazer parte de um fruto são referidos como partes acessórias. Assim, a maior parte de certos frutos carnosos como a maçã (*Malus*) e a pêra (*Pyrus*, Rosaceae) é acessória porque é originada de hipanto espessado. No abacaxi, as partes acessórias são derivadas de brácteas e do pedúnculo da inflorescência. No caju (*Anacardium ocidentale*, Anacardiaceae), o fruto propriamente dito (derivado do ovário fecundado) é uma drupa coriácea, a parte denominada de "semente", contendo a castanha. A porção carnosa comestível é o pedúnculo (hipocarpo) da flor que se desenvolveu como parte acessória após a fecundação.

Obviamente em todos os frutos derivados de ovário ínfero, a parede do fruto terá participação do tecido do hipanto (acessório) além de carpelos, como nos pepônios (tipo especial de baga, originada de um ovário ínfero, onde o pericarpo carnoso e as sementes encontram-se embebidas em uma polpa suculenta) das Cucurbitaceae.

ASPECTOS EVOLUTIVOS

Os frutos são estruturas auxiliares no ciclo sexual das Angiospermas e seu aparecimento representou um importante fator para o sucesso evolutivo do grupo.

Inicialmente, quando os óvulos foram encerrados pelos carpelos na flor das primeiras Angiospermas, eles passaram a ser protegidos (de predadores, por exemplo), mas por outro lado a dispersão das sementes ficou dificultada. Então, nas Angiospermas primitivas, o fruto era deiscente, abrindo-se na maturidade para expor as sementes para a dispersão, o que claramente vem a constituir uma condição secundariamente "Gimnospérmica", isto é, a semente madura fica nua, exposta. Assim, folículos e legumes estão entre os mais primitivos tipos de frutos.

Ao longo da evolução, o ovário passou a envolver e proteger os óvulos não só antes da fecundação mas permaneceu envolvendo-os depois de fecundados, isto é quando transformados em sementes. O fruto ficou indeiscente e tornou-se um órgão importante também na dispersão dessas sementes. Estas passaram a não ser mais as únicas estruturas a proteger o embrião durante seu desenvolvimento e dormência. Além disso, o fruto desenvolveu secundariamente um exocarpo colorido, ou um pericarpo carnoso, que atraía animais que deles se alimentavam dispersando depois as sementes. Assim o ovário e a semente juntos, ou seja, o fruto, tornaram-se um órgão de dispersão.

A evolução do fruto pode ser vista como uma transferência das funções de proteção e dispersão das sementes sozinha para o fruto e a semente conjuntamente.

CONCLUSÃO

Com o advento da Sistemática Filogenética e sua consolidação como paradigma da Biologia Comparada, a procura de caracteres para construção de matrizes tornou-se tão importante quanto a descoberta de novos táxons para a construção de hipóteses filogenéticas sólidas. A fonte de caracteres mais acessível e diversificada é a morfologia.

Assim como as flores apresentam uma enorme diversidade em relação a variação de suas características, o fruto, que nada mais é do que o ovário amadurecido, também irá apresentar uma variedade de formas constituindo caracteres taxonômicos que irão auxiliar na identificação dos espécimes. Uma vez que as plantas apresentam certa homogeneidade em relação a seus caracteres vegetativos, serão os caracteres reprodutivos (relacionados à flor e ao fruto) que irão nos auxiliar na determinação de caracteres que diferenciem uma espécie da outra. O fruto pode ser o caráter taxonômico mais importante em algumas famílias. Os frutos são estruturas auxiliares no ciclo sexual das Angiospermas e seu aparecimento representou um fator importante no sucesso evolutivo desse grupo, assim o fruto tornou-se um órgão de dispersão das espécies.

A evolução do fruto pode ser vista como uma transferência das funções de proteção e dispersão das sementes isoladamente para o fruto e a semente conjuntamente.

RESUMO

O fruto é o ovário transformado e maduro depois da fecundação. Durante esta transformação, algumas estruturas podem persistir no ovário e conseqüentemente no fruto, tais como sépalas e pétalas. Os hormônios de crescimento: auxina ou ácido indolacético, giberelinas, citocininas e etileno atuam no crescimento do ovário para formar o fruto. A maioria dos frutos implica na formação de sementes, no entanto certas plantas podem produzir frutos sem que elas ocorram. Estes frutos são chamados partenocárpicos. Em senso estrito, o pericarpo é a parede do ovário. Em sentido amplo pode abarcar também os tecidos extra-carpelares associados. Com sentido descritivo, e sem relação com a ontogenia, podem ser utilizados os seguintes termos: exocarpo, mesocarpo e endocarpo. A consistência da parede do fruto determina a associação dos frutos em dois grupos básicos: secos e carnosos. De acordo com o número de ovários envolvidos, natureza do pericarpo maduro, deiscência ou indeiscência do pericarpo, modo de deiscência, número de lóculos e sementes podemos classificar os frutos da seguinte maneira: Frutos simples – derivados de um único ovário (súpero ou ínfero) de uma flor. Frutos agregados – derivados de muitos ovários de uma única flor e Frutos múltiplos – derivados de ovários amadurecidos de muitas flores de uma inflorescência, que concrescem mais ou menos juntas numa só massa, formando uma infrutescência. Os frutos simples podem ser deiscentes, que se segmentam na maturação, e indeiscentes, que não se segmentam na maturação. Os principais tipos de frutos simples deiscentes são: folículo, legume, cápsula, síliqua, esquizocarpo, lomento e craspédio. Os principais tipos de frutos simples indeiscentes são: aquênio, cariopse, noz, sâmara, baga e drupa. Em relação às partes acessórias destacamos aquelas derivadas do hipanto espessado (maçã e pêra), de brácteas e do pedúnculo da inflorescência (abacaxi) e do pedúnculo (caju).

ATIVIDADES

1. Lembre-se que para o reconhecimento dos tipos básicos de frutos é necessário averiguar o número de ovários envolvidos. Dê uma boa olhada em sua geladeira e nos frutos que encontrar tente reconhecer as três camadas do fruto: exocarpo, mesocarpo e endocarpo.
2. Pesquise o morango e responda as questões a seguir: a) o fruto do morango foi originado de um ou de mais ovários? Existem estruturas persistentes neste fruto? Se a sua resposta for sim escreva quais são: Pistilo? Brácteas? sépalas? Pétalas?

3. Agora é a vez da banana. Neste fruto consegue-se diferenciar o endocarpo, mesocarpo e epicarpo? O que é a casca? O que são os pontos pretos na banana? Cortando-se a banana transversalmente conseguimos visualizar os lóculos?
4. Como se chama a parte desenvolvida da maçã que fica ao redor do fruto? O que é a estrutura persistente da maçã situada no lado contrário ao pedúnculo? Qual a família da maçã?
5. Quantos carpelos tem a laranja? Qual a família da laranja?
6. A pêra apresenta estruturas persistentes? Qual a família da pêra? Qual a parte que desenvolve na pêra, semelhante à maça? Já que possuem estruturas parecidas a pêra e a mação são da mesma família?
7. Agora chegou a hora de descascar o abacaxi: o que são as partes persistentes? Como se chama a estrutura do centro do abacaxi em corte transversal? Abacaxi tem sementes? Na botânica, como se chama a coroa do abacaxi?
8. Pesquise a flor que originaram os frutos citados acima e descreva as suas partes, fazendo a relação com o fruto (ovário amadurecido).
9. Veja a lista de frutos que consta no seguinte endereço eletrônico: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_frutas. O que você achou da lista? Encontrou alguma informação sobre fruto diferente de alguma que foi passada na aula?
10. Após dar uma olhada na lista acredito que você se surpreendeu um pouco com os nomes dos frutos. Você conhecia todos que tinha naquela lista? Ou aprendeu o nome de frutos novos? Faça uma visita ao site http://guida.querido.net/jogos/forca/frutos.htm e teste se você aprendeu novos nomes de frutos. Cuidado que assim como no site anterior você vai encontrar alguma inconssistência, nomes errados, etc, mas no geral dá para você testar seu conhecimento sobre frutos. Se surgir alguma dúvida recomendo que consulte o dicionário de morfologia ou o livro sobre frutos recomendados abaixo.

PRÓXIMA AULA

Estudaremos a estrutura que representa uma unidade reprodutiva e o início da geração seguinte: as sementes

REFERÊNCIAS

BARROSO, G.M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C. L. F. Frutos e Sementes morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**.**
LORENZI, H. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas de consumo in natura**. Instituto Plantarum.**
Livro frutos Graziela.
RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E2001. **Biologia vegetal.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
SOUZA, V. C.; LORENZI, H. 2005. Botânica **Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum. Nova Odessa, SP:
http://www.centrovegetariano.org/Cat-33-Frutos.html